

LASER LIGHT SOURCE AND IMAGE-FORMING DEVICE

Publication number: JP2002204025 (A)

Publication date: 2002-07-19

Inventor(s): GOTO CHIAKI; SONODA SHINICHIRO +

Applicant(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD +

Classification:

- **international:** **B41J2/44; G02F1/377; H01S5/14; H04N1/113; B41J2/44; G02F1/35; H01S5/00; H04N1/113;** (IPC1-7): B41J2/44; G02F1/377; H01S5/14; H04N1/113

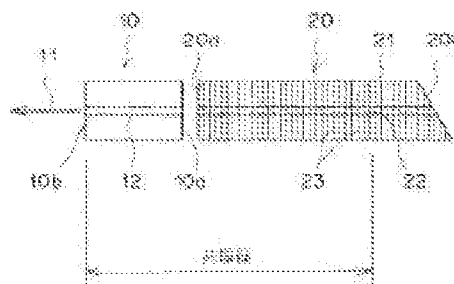
- **European:**

Application number: JP20000371513 20001206

Priority number(s): JP20000371513 20001206; JP19990345724 19991206; JP20000157792 20000529; JP20000196166 20000629; JP20000326383 20001026

Abstract of JP 2002204025 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent noise from being generated by the mode hop of a semiconductor light-emitting device and at the same time the internal power of the semiconductor light-emitting device from increasing for causing damage in a laser light source where the semiconductor light-emitting device is directly coupled to a waveguide-type wavelength selection element for selecting the wavelength of light being emitted from the semiconductor light-emitting device. **SOLUTION:** The semiconductor light-emitting device 10 is directly coupled to the waveguide-type wavelength selection element 20 for selecting the wavelength of light being emitted from the semiconductor light-emitting device 10, and a resonator for resonating light with a wavelength being selected from the wavelength selection element 20 is composed by an end face 10b at the opposite side of the wavelength selection element 20 of the semiconductor light-emitting device 10 and the wavelength selection element 20. Then, an optical system between each of the directly coupled one end faces 10a and 20b of the semiconductor light-emitting device 10 and the wavelength selection element 20 is set to a reflection prevention optical system, for example, by forming AR coat on the end faces, and a laser beam 11 that is oscillated by the resonator is emitted from an end face opposite to the wavelength selection element 20 of the semiconductor light-emitting device 10.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-204025
(P2002-204025A)

(43)公開日 平成14年7月19日(2002.7.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 S 5/14		H 0 1 S 5/14	2 C 3 6 2
B 4 1 J 2/44		G 0 2 F 1/377	2 K 0 0 2
G 0 2 F 1/377		B 4 1 J 3/00	D 5 C 0 7 2
H 0 4 N 1/113		H 0 4 N 1/04	1 0 4 Z 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願2000-371513(P2000-371513)

(22)出願日 平成12年12月6日(2000.12.6)

(31)優先権主張番号 特願平11-345724

(32)優先日 平成11年12月6日(1999.12.6)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(31)優先権主張番号 特願2000-157792(P2000-157792)

(32)優先日 平成12年5月29日(2000.5.29)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(31)優先権主張番号 特願2000-196166(P2000-196166)

(32)優先日 平成12年6月29日(2000.6.29)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005201
富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 後藤 千秋
神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富
士写真フイルム株式会社内

(72)発明者 園田 慎一郎
神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富
士写真フイルム株式会社内

(74)代理人 100073184
弁理士 柳田 征史 (外1名)

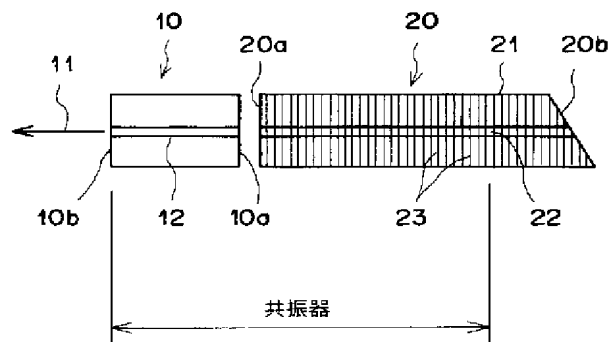
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザー光源および画像形成装置

(57)【要約】

【課題】 半導体発光素子と、この半導体発光素子から発せられた光の波長を選択する導波路型の波長選択素子とが直接結合されてなるレーザー光源において、半導体発光素子のモードホップによるノイズの発生を防止するとともに、半導体発光素子の内部パワーが大きくなって損傷を招くことを防止する。

【解決手段】 半導体発光素子10と、そこから発せられた光の波長を選択する導波路型の波長選択素子20とを直接結合し、半導体発光素子10の波長選択素子20と反対側の端面10bと該波長選択素子20とによって、この波長選択素子20により選択された波長の光を共振させる共振器を構成する。そして半導体発光素子10および波長選択素子20の直接結合された各一端面10a、20bの間の光学系を、該端面にARコート进行形成する等して反射防止光学系とした上で、上記共振器によって発振したレーザービーム11を、半導体発光素子10の、波長選択素子20と反対側の端面から出射させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体発光素子と、この半導体発光素子から発せられた光の波長を選択する導波路型の波長選択素子とが直接結合されてなり、

前記半導体発光素子の前記波長選択素子と反対側の端面と、該波長選択素子とによって、この波長選択素子により選択された波長の光を共振させる共振器が構成され、前記半導体発光素子および波長選択素子の直接結合された各一端面の間の光学系が、該波長選択素子によって選択される波長に対して反射防止光学系とされたレーザー光源において、

前記共振器によって発振したレーザービームを、前記半導体発光素子の、前記波長選択素子と反対側の端面から出射させる構成を有することを特徴とするレーザー光源。

【請求項2】 半導体発光素子と、この半導体発光素子から発せられた光の波長を選択する導波路型の波長選択素子とが結合されてなり、

前記半導体発光素子の前記波長選択素子と反対側の端面と、該波長選択素子とによって、この波長選択素子により選択された波長の光を共振させる共振器が構成され、前記半導体発光素子および波長選択素子の互いに結合する側の各一端面の間の光学系が、該波長選択素子によって選択される波長に対して反射防止光学系とされたレーザー光源において、

前記半導体発光素子および波長選択素子と、前記共振器によって発振したレーザービームを波長変換して出射させる光波長変換素子との3者が互いに直接結合されていることを特徴とするレーザー光源。

【請求項3】 前記半導体発光素子および波長選択素子の前記直接結合がなされた各端面にそれぞれ、該波長選択素子によって選択される波長に対する反射防止コートが形成されることにより、前記反射防止光学系が構成されていることを特徴とする請求項1または2記載のレーザー光源。

【請求項4】 前記反射防止光学系の、前記波長選択素子によって選択される波長に対する反射率が0.5%以下であることを特徴とする請求項1から3いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項5】 前記半導体発光素子および波長選択素子の直接結合された各端面の、該波長選択素子によって選択される波長に対する反射率が互いに略同等とされ、これらの端面の間の距離が、前記波長選択素子によって選択される波長の略半整数倍とされていることを特徴とする請求項1から4いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項6】 前記半導体発光素子および波長選択素子の直接結合された各端面の、該波長選択素子によって選択される波長に対する反射率が0.1～0.8%であり、これらの端面の間の距離が、前記波長選択素子によって

選択される波長の（半整数±0.25）倍の範囲内にあることを特徴とする請求項5記載のレーザー光源。

【請求項7】 前記波長選択素子として、反射型のグレーティングにより波長選択する素子が用いられていることを特徴とする請求項1から6いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項8】 前記半導体発光素子および波長選択素子の直接結合された各端面の間の距離が、前記波長選択素子によって選択される波長の1.5倍以下であることを特徴とする請求項1から7いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項9】 前記波長選択素子の前記半導体発光素子と反対側の端面が、その光導波路の延びる方向に対して斜めにカットされていることを特徴とする請求項1から8いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項10】 請求項1から9いずれか1項記載のレーザー光源を、階調画像記録用の光源として備えていることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレーザー光源に関し、特に詳細には、半導体発光素子から発せられた光を、波長選択素子を含む外部共振器によって波長選択しつつ発振させてレーザービームを得るようにしたレーザー光源に関するものである。

【0002】また本発明は、上述のようなレーザー光源を記録用光源として用いた画像形成装置に関するものである。

【0003】

【従来の技術】従来、例えば特開平10-254001号公報に示されるように、半導体レーザー等の半導体発光素子に狭帯域バンドパスフィルタ等の波長選択素子を備えた外部共振器を組み合わせた構成を有し、この外部共振器の作用によって発振するレーザービームの波長を所望波長にロックするレーザー光源が公知となっている。ここで、上記の外部共振器としては、通常のミラーからなるものや、その他、光導波路に沿って形成したグレーティングにより導波光を波長選択しつつ反射回折させるもの等を用いることができる。

【0004】なおこの従来のレーザー光源においては、半導体発光素子のファブリペロー共振器と上記外部共振器とにより複合共振器が構成され、それぞれの共振器による発振波長でレーザー光源が駆動し得る。

【0005】また同公報には、上述のような半導体発光素子に光波長変換素子を結合し、発振したレーザービームをこの光波長変換素子によって第2高調波等に波長変換する技術も示されている。この光波長変換素子としては、例えば、非線形光学効果を有する強誘電体結晶基板に一方に延びる光導波路が形成されるとともに、この光導波路に基板の自発分極の向きを反転させたドメイン

反転部が周期的に形成されてなり、該光導波路においてドメイン反転部の並び方向に導波する基本波を波長変換するものが知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のように波長選択素子を備えた外部共振器を半導体発光素子に組み合わせてなるレーザー光源においては、半導体発光素子の駆動電流が変化した際に素子の光学長変化に起因してその発振波長が変動し、縦モードが跳ぶモードホップという現象が認められる。そこで、このレーザー光源を階調画像を記録する画像形成装置の記録用光源として用いた場合には、駆動電流が変わる変調動作時にノイズが発生して、高品質の画像を形成できないという問題が生じる。

【0007】また、上記のモードホップが生じる電流領域付近では、このモードホップのためにレーザー光源の駆動電流対光出力特性の再現性が損なわれるので、再現性の高い変調出力を得ることができず、ひいては形成画像の濃度再現性が劣化することになる。

【0008】ここで、記録用光源として用いられる上記レーザー光源が強度変調される場合、パルス幅変調される場合について、それぞれ図15および図16を参照して詳しく説明する。強度変調の場合、図15に示すように比較的高い光強度 L_a と、比較的低い光強度 L_b が設定されるものとする、それぞれの場合とも、記録光の立ち上がり時にモードホップによるノイズ（矢印で示した部分）が発生する。

【0009】またパルス幅変調の場合、図16に示すように比較的に長いパルス幅 T_a と、比較的に短いパルス幅 T_b が設定されるものとする、それぞれの場合とも、上記と同様に記録光の立ち上がり時にモードホップによるノイズ（矢印で示した部分）が発生する。またこの場合はそれに加えて、光出力の立ち上がり途中で切られるような短いパルス幅（例えば T_b ）内で上記モードホップが生じるタイミングが不安定であることから、レーザー光源の駆動電流対光出力特性の再現性が著しく不良となるのである。

【0010】また、上記従来のレーザー光源を基本波光源として前述の光波長変換素子と組み合わせて用いる場合は、第2高調波出力が基本波出力の2乗に比例するという事情があるため、半導体発光素子の発振波長変化に起因するモードホップによって第2高調波出力が特に大きく変動したり、駆動電流対第2高調波出力特性の再現性が著しく不良となる。そのため、これらのレーザー光源と光波長変換素子とを組み合わせる画像形成装置の記録用光源として用いる場合は、レーザー光源を直接変調せずに出力一定として用い、AOM（音響光学変調器）等の外部変調器を使用せざるを得ず、それが画像形成装置のコストアップ、大型化につながっていた。

【0011】モードホップを抑制するために、半導体発

光素子の駆動電流に高周波を重ねる技術も公知となっている。しかし、この高周波を重ねを行なう場合は、高価な高周波回路が必要になることからレーザー光源がコストアップする、高周波回路からノイズが発生する、といった問題が新たに生じる。

【0012】以上説明した問題を回避できるレーザー光源として、例えば、文献Appl. Phys. Lett. 47(3), 1, August 1985, pp. 183-185に示されるように、実質的に外部共振器による選択波長のみで発振するようにしたレーザー光源も提案されている。このレーザー光源は、半導体発光素子と波長選択機能を持つ外部共振器とを直接結合し、そして、それらの直接結合される端面には選択される波長に対してAR（反射防止すなわち無反射）のコートを施したものである。そのようにすると、半導体発光素子の両端面でファブリペローモードが立つことが実質上なくなるので、実質的に外部共振器のみによってレーザービームが発振し、その発振波長は該外部共振器による選択波長となる。

【0013】しかし、上記文献に示されたレーザー光源は、外部共振器によって発振したレーザービームを波長選択素子を通して使用光として取り出すようにしているので、半導体発光素子の内部パワーが大きくなって、その損傷を招きやすいという問題が認められる。

【0014】本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、半導体発光素子と、この半導体発光素子から発せられた光の波長を選択する導波路型の波長選択素子とが結合されてなるレーザー光源において、前述したモードホップによるノイズの発生を防止し、さらに、半導体発光素子の内部パワーが大きくなって損傷を招くことも防止することを目的とする。

【0015】また本発明は、半導体発光素子と、この半導体発光素子から発せられた光の波長を選択する導波路型の波長選択素子とが結合されてなるレーザー光源を記録用光源として用いた画像形成装置において、前述したモードホップによるノイズの影響を低減して、高画質の画像を形成可能とすることを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明による第1のレーザー光源は、前述したように、半導体発光素子と、この半導体発光素子から発せられた光の波長を選択する導波路型の波長選択素子とが直接結合されてなり、前記半導体発光素子の前記波長選択素子と反対側の端面と、該波長選択素子とによって、この波長選択素子により選択された波長の光を共振させる共振器が構成され、前記半導体発光素子および波長選択素子の直接結合された各一端面の間の光学系が、該波長選択素子によって選択される波長に対して反射防止光学系とされたレーザー光源において、前記共振器によって発振したレーザービームを、前記半導体発光素子の、前記波長選択素子と反対側の端面から出射させる構成を有することを特徴とするもので

ある。

【0017】なお上述の「直接結合」とは、半導体発光素子と波長選択素子とがレンズ光学系を介さないで結合されていることを指すものであり、結合される要素が物理的に互いに直接接していない場合も含むものとする。

【0018】また本発明による第2のレーザー光源は、半導体発光素子と、この半導体発光素子から発せられた光の波長を選択する導波路型の波長選択素子とが結合されてなり、前記半導体発光素子の前記波長選択素子と反対側の端面と、該波長選択素子とによって、この波長選択素子により選択された波長の光を共振させる共振器が構成され、前記半導体発光素子および波長選択素子の互いに結合する側の各一端面の間の光学系が、該波長選択素子によって選択される波長に対して反射防止光学系とされたレーザー光源において、前記半導体発光素子および波長選択素子と、前記共振器によって発振したレーザービームを波長変換して出射させる光波長変換素子との3者が互いに直接結合されていることを特徴とするものである。

【0019】この第2のレーザー光源においては、第1のレーザー光源と同様に半導体発光素子と導波路型の波長選択素子とが直接結合された上でそれらの一方に光波長変換素子が直接結合されてもよいし、あるいは、半導体発光素子と導波路型の波長選択素子との間に光波長変換素子を配した状態でそれら3者が互いに直接結合されてもよい。

【0020】なお本発明による各レーザー光源において、上記の反射防止光学系を構成するには、例えば、半導体発光素子および波長選択素子の直接結合される各端面にそれぞれ、該波長選択素子によって選択される波長に対する反射防止コート、すなわち無反射コートを形成すればよい。なおその場合、上記反射防止光学系の、波長選択素子によって選択される波長に対する反射率は0.5%以下に設定することが望ましい。

【0021】また、前記半導体発光素子および波長選択素子の直接結合される各端面の、該波長選択素子によって選択される波長に対する反射率を互いに略同等とした上で、これらの端面間の距離を、前記波長選択素子によって選択される波長の略半整数倍としても、上述の反射防止光学系を構成することができる。

【0022】あるいは、前記半導体発光素子および波長選択素子の直接結合される各端面の、該波長選択素子によって選択される波長に対する反射率を、そこに形成するARコートの反射率を調整する等して0.1~0.8%とした上で、これらの端面の間の距離を、波長選択素子によって選択される波長の(半整数±0.25)倍の範囲内に設定しても、上述の反射防止光学系を構成することができる。

【0023】また本発明のレーザー光源において、波長選択素子としては、反射型のグレーティングにより波長

選択する素子を好適に用いることができる。

【0024】また本発明のレーザー光源において、半導体発光素子および波長選択素子の直接結合される各端面間の距離は、波長選択素子で選択される波長の1.5倍以下とするのが望ましい。

【0025】さらに、波長選択素子の半導体発光素子と反対側の端面は、その光導波路の延びる方向に対して斜めにカットされていることが好ましい。

【0026】一方、本発明による画像形成装置は、上に説明した本発明のレーザー光源を階調画像記録用の光源として備えたことを特徴とするものである。

【0027】

【発明の効果】本発明による第1のレーザー光源においては、半導体発光素子の波長選択素子と反対側の端面と、該波長選択素子とによって、この波長選択素子により選択された波長の光を共振させる共振器が構成された上で、半導体発光素子および波長選択素子の直接結合された各一端面の間の光学系が、該波長選択素子によって選択される波長に対して反射防止光学系とされているので、半導体発光素子の両端面でファブリペローモードが立つことが実質上なくなるので、実質的に上記共振器のみによってレーザービームが発振し、発振波長はこの共振器による選択波長となる。

【0028】そこでこの第1のレーザー光源においては、前述のモードホップが生じることが回避され、それによるノイズの発生が防止される。

【0029】さらに、この本発明による第1のレーザー光源においては、上記共振器によって発振したレーザービームを、半導体発光素子の、波長選択素子と反対側の端面から出射させるようにしているので、外部共振器によって発振したレーザービームを波長選択素子を通して使用光として取り出すようにした従来のレーザー光源と比べれば、半導体発光素子の内部パワーを低く抑えることができ、その損傷を防止可能となる。

【0030】従来の、外部共振器で発振したレーザービームを波長選択素子を通して取り出す構成では、半導体発光素子は、半導体発光素子と波長選択素子との結合損失および波長選択素子の透過損失の分だけ余計にレーザーパワーを発しなければならない。しかるに、半導体発光素子の波長選択素子と反対側の端面からレーザービームを取り出す場合は、上記結合損失や透過損失は共振器のロスとなるだけで、半導体発光素子の内部パワー増大には寄与しない。

【0031】半導体発光素子の端面破壊に至る内部パワーは、比較的破壊に強いInGaAs系半導体発光素子でも18~19MW/cm²とされており、面積3μm²の発光点なら540~570mWの内部パワーに相当する。現実の半導体発光素子は欠陥等の理由からもっと低い値で破壊するのが一般的であるから、この値の数分の一程度の100mW以上の光出力を取り出したい場

合には、内部パワーを特に低く抑えることが重要である。したがって、半導体発光素子の波長選択素子と反対側からレーザービームを取り出す構成は、特に高出力レーザーに対して効果的である。

【0032】また本発明による第2のレーザー光源においても、第1のレーザー光源と同様に、半導体発光素子の波長選択素子と反対側の端面と、該波長選択素子とによって、この波長選択素子により選択された波長の光を共振させる共振器が構成された上で、半導体発光素子および波長選択素子の互いに結合する側の各一端面の間の光学系が、該波長選択素子によって選択される波長に対して反射防止光学系とされているので、半導体発光素子の両端面でファブリペローモードが立つことが実質上なくなり、その結果、実質的に上記共振器のみによってレーザービームが発振し、発振波長はこの共振器による選択波長となる。

【0033】そこでこの第2のレーザー光源においても、前述のモードホップが生じることが回避され、それによるノイズの発生が防止される。

【0034】なお、この第2のレーザー光源は発振したレーザービームを波長変換する構成を有しており、その場合は前述したように第2高調波出力が基本波出力の2乗に比例するために、モードホップによって波長変換波出力が特に大きく変動したり、駆動電流対波長変換波出力特性の再現性が著しく不良となるところ、上記構成によってこの問題を防止できるから、本レーザー光源は実用上の価値が特に高いものとなる。

【0035】ここで図17は、半導体発光素子への外部からの帰還（フィードバック）光量に対する、そのAR（反射防止すなわち無反射）コート面からの帰還光量の比と、波長選択素子によって選択された主たる発振モードの第2モードまたはバックグラウンドレベルに対する光量比（抑圧比：dB）との関係を示すものである。ここに示される通り、外部からの帰還光量がARコート面からの帰還光量の100倍を超えると、第2モードを十分に抑圧できることが明らかである。

【0036】なおこの図17のデータは、InGaAs活性層を有し、発光スポットサイズが $1\mu\text{m}\times 3\mu\text{m}$ 、ARコートの反射率が0.07%～5%である半導体発光素子を使用した場合のものであり、このときの外部からの帰還光の帰還効率は20～60%であった。

【0037】さらに、本発明による第2のレーザー光源において、共振器によって発振したレーザービームを半導体発光素子の、波長選択素子と反対側の端面から出射させるようにすれば、外部共振器によって発振したレーザービームを波長選択素子を通して使用光として取り出すようにした本発明のレーザー光源に比べ、半導体発光素子の内部パワーを低く抑えることができ、その損傷を防止できる。

【0038】半導体発光素子および波長選択素子の直接

結合される各一端面とで構成される反射防止光学系の、選択波長に対する反射率を0.5%以下にしておくことにより、実現可能な50%の外部帰還効率の下で、波長選択素子により選択された波長での発振を実現することができる。

【0039】半導体発光素子の発光スポットと同じ導波光プロファイルが得られる導波路型波長選択素子と半導体発光素子とを、選択波長の1.5倍以下の距離で直接結合することにより、50%以上の外部帰還効率を得ることができた。

【0040】そして、通常の安価なARコートでも上記反射防止光学系の反射率を0.5%以下にできるので、不要な発振を生じる可能性の有る端面からの反射光の約100倍以上の帰還光が波長選択素子から得られることとなる。そのため、波長選択素子で選択された波長の光が発振光の大部分を占めるようになり、安定な駆動を実現できる。

【0041】さらに、波長選択素子の半導体発光素子と反対側の端面を、その光導波路の延びる方向に対して斜めにカットした場合は、この端面で反射した光が波長選択素子の光導波路に再入射することがなくなる。そうであれば、この再入射した光が半導体発光素子にいわゆる戻り光となって入射することがなくなるので、この戻り光によるノイズの発生や出力変動の問題を防止することができる。

【0042】一方、本発明による画像形成装置は、上に説明した通りモードホップによるノイズの発生を防止できる本発明のレーザー光源を階調画像記録用の光源として備えたものであるから、上記ノイズによる画質劣化を防止して、高画質の階調画像を記録可能となる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明の第1の実施形態によるレーザー光源を示すものである。図示されるようにこのレーザー光源は、レーザーチップ11を発する半導体発光素子である半導体レーザーチップ10と、この半導体レーザーチップ10の一端側に直接接合された導波路型の波長選択素子20とから構成されている。

【0044】半導体レーザーチップ10は活性領域を含む光導波路12を有し、波長選択素子20に直接接合される端面10aには、発振波長 λ （本例では後述するように $\lambda=950\text{nm}$ ）に対して反射率0.5%以下となるAR（無反射）コートが施され、それと反対側の端面10bには、発振波長 λ に対するLR（低反射）コートが施されている。この半導体レーザーチップ10の素子長は、一例として1mmである。

【0045】波長選択素子20は、例えば強誘電体である LiNbO_3 に MgO が例えば5mol%ドーパされたものの結晶からなる基板（以下、 MgO-LN 基板と称する）21にチャンネル光導波路22が形成され、そしてこ

のチャンネル光導波路22における光伝搬方向に沿ってDBRグレーティング23が形成されてなるものである。

【0046】ここでDBRグレーティング23のピッチ Λg は、導波光の波長を λ 、チャンネル光導波路22の実効屈折率を N_{eff} とすると

$$\Lambda g = q \lambda / 2 N_{eff} \quad (q = 1, 2, 3, \dots)$$

である。本例では $q = 1$ 、 $\lambda = 950 \text{ nm}$ 、 $N_{eff} = 2.21$ として、 $\Lambda g = 0.214 \mu\text{m}$ に設定されている。また、グレーティング長は1～3mm程度とし、チップ長も1～3mm程度として、発振波長 λ に対して90%以上の反射率が得られるようにされている。

【0047】そして、チャンネル光導波路22の端面を含む波長選択素子20の両端面20a、20bは切断、光学研磨され、その研磨面上には発振波長 λ に対するAR（無反射）コートが施されている。なお波長選択素子20は、そのモードフィールド径が、半導体レーザーチップ10の発光のモードフィールド径とほぼ同等となる構成とされている。

【0048】この波長選択素子20と半導体レーザーチップ10とは、それぞれの光導波路22、12の端面どうしが対面して、端面20aと端面10aとが互いに近接する状態に配設されている。このときの端面20aと端面10aとの間の距離は1.5 μm 以下とされる。なお、波長選択素子20と半導体レーザーチップ10とは、端面20aと端面10aとが密接する状態に配設されてもよい。このように波長選択素子20と半導体レーザーチップ10とを配設することにより両者は、各々における導波光が結合する直接結合（butt coupling）状態となる。

【0049】以下、このレーザー光源の作用について説明する。半導体レーザーチップ10の端面10b（前方端面）からは、中心波長950 nmのレーザービーム11が発せられる。このレーザービーム11は使用光として、後述の画像形成等の所定の用途に用いられる。

【0050】半導体レーザーチップ10の端面10a（後方端面）からも中心波長950 nmの光が発せられ、この光は波長選択素子20の光導波路22内に入射してそこを導波し、DBRグレーティング23で反射回折して半導体レーザーチップ10に戻る。このとき、DBRグレーティング23の波長選択作用により、反射回折する光の波長が選択される。このように波長選択された光が半導体レーザーチップ10に戻ることで、該半導体レーザーチップ10の発振波長が選択、ロックされ、波長 $\lambda = 950 \text{ nm}$ のレーザービーム11が得られる。

【0051】特に本装置においては、半導体レーザーチップ10の端面10aおよび波長選択素子20の端面20aに前述のARコートが施されているので、実質的に、半導体レーザーチップ10の両端面10a、10b間でファブリペローモードが立つことも、また半導体レーザーチップ10の端面10bと波長選択素子20の端面20aとの間でファブリペローモードが立つこともなくなる。つまり本装置にお

いては、レーザービーム11を反射回折させるDBRグレーティング23と半導体レーザーチップ10の端面10bとの間でファブリペロー型の外部共振器が構成され、実質的にこの共振器のみによってレーザービーム11が発振し、その発振波長はこの共振器による選択波長となる。

【0052】そこでこのレーザー光源においては、半導体レーザーチップ10に注入される駆動電流が変化してその光学長が変化しても、それによって発振波長が変動することがない。したがって、駆動電流変化によってモードホップが生じることがなくなり、このモードホップによるノイズの発生が防止される。

【0053】そうであれば、このレーザー光源を階調画像形成装置の記録用光源等に適用した場合等においては、直接変調動作させた際の変調出力の再現性も良好なものとなる。

【0054】図2と図3はそれぞれ、半導体レーザー自身と外部共振器とによって複合共振器が構成される従来のレーザー光源と、本実施形態のレーザー光源における、駆動電流値の変化と発振波長との関係を概略的に示すものである。図2の従来装置の場合は、電流値の変化に伴って発振波長が跳ぶモードホップ現象が見られるが、図3の本実施形態の場合は、電流値が変化しても発振波長が一定に維持され得ようになっている。

【0055】また図4と図5はそれぞれ、上述した従来のレーザー光源と本実施形態のレーザー光源における、駆動電流値の変化と半導体レーザー出力との関係を概略的に示すものである。図4の従来装置の場合は、電流値の変化に伴うモードホップに起因して大きなノイズが生じているが、図5の本実施形態の場合はそのようなノイズの発生が防止されて、駆動電流対出力の関係の線形性が保たれている。

【0056】さらにこの第1実施形態のレーザー光源においては、上記共振器によって発振したレーザービーム11を、半導体レーザーチップ10の、波長選択素子20と反対側の端面10bから出射させる構成を有するので、外部共振器によって発振したレーザービームを波長選択素子を通して使用光として取り出すようにした従来のレーザー光源と比べれば、半導体レーザーチップ10の内部パワーを低く抑えることができ、その損傷を防止可能となる。

【0057】またこの第1実施形態のレーザー光源においては、波長選択素子20の端面20bが、その光導波路22の延びる方向に対して斜めにカットされているので、この端面20bで反射した光が波長選択素子20の光導波路22に再入射することがなくなる。そうであれば、この再入射した光が半導体レーザーチップ10にいわゆる戻り光となって入射することがなくなるので、この戻り光によるノイズの発生や出力変動の問題を防止することができる。

【0058】本実施形態では波長選択素子として、Mg

〇—L N基板にチャンネル光導波路およびDBRグレーティングを形成してなるものを用いたが、その他例えば、特願2000-085973号および同2000-085974号明細書に開示されているような、Siまたは石英基板に屈折率が1.75～2.3のコア材料からなるチャンネル光導波路およびDBRグレーティングを形成してなる波長選択素子を用いることもできる。

【0059】次に図6を参照して、本発明の第2の実施形態によるレーザー光源について説明する。なおこの図6において、図1中の要素と同等の要素には同番号を付してあり、それらについての重複した説明は省略する（以下、同様）。

【0060】この第2の実施形態のレーザー光源は、図1に示した第1実施形態のものと比較すると、半導体レーザーチップ10の前方端面10b側に導波路型の光波長変換素子30が直接結合されている点のみが異なるものであって、その他の構成は基本的に図1のものと同様とされている。

【0061】光波長変換素子30は、非線形光学効果を有する強誘電体である LiNbO_3 に MgO が例えば5 mol%ドーパされたものの結晶からなる基板（以下、 MgO —L N基板と称する）31に、そのZ軸と平行な自発分極の向きを反転させたドメイン反転部32が周期的に形成されてなる周期ドメイン反転構造と、この周期ドメイン反転構造に沿って延びるチャンネル光導波路33が形成されてなるものである。

【0062】このチャンネル光導波路33の両端面を含む素子端面30a、30bは光学研磨され、端面30aには基本波であるレーザービーム11に対するAR（無反射）コートが施され、端面30bには後述する第2高調波15およびレーザービーム11に対するARコートが施されている。

【0063】この光波長変換素子30と半導体レーザーチップ10とは、それぞれの光導波路33、12の端面どうしが対面して、端面30aと端面10bとが互いに近接する状態に配設されている。このときの端面30aと端面10bとの間の距離は $2\mu\text{m}$ 以下とされる。なお、光波長変換素子30と半導体レーザーチップ10とは、端面30aと端面10bが密接する状態に配設されてもよい。このように光波長変換素子30と半導体レーザーチップ10とを配設することにより両者は、それぞれにおける導波光が結合する直接結合（butt coupling）状態となる。

【0064】この第2実施形態のレーザー光源においては、光波長変換素子30に入射した基本波としてのレーザービーム11が、波長が $1/2$ の第2高調波15に変換され、この第2高調波15およびレーザービーム11が光波長変換素子30の端面30bから出射する。光波長変換素子30の端面30bにレーザービーム11をカットする適宜のコートを施しておくことにより、この端面30bからほぼ第2高調波15のみを出射させることも可能である。

【0065】なお、本実施形態において、波長選択素子

20によって選択される半導体レーザーチップ10の発振波長は $1.02\mu\text{m}$ である。半導体レーザーチップ10の後方端面10aおよび波長選択素子20の端面20aには、この選択波長 $1.02\mu\text{m}$ に対するARコート（ともに反射率は4%）が施されている。さらにこれらの端面10a、20a間の距離は、上記選択波長の略半整数倍となる $1.5\mu\text{m}$ とされている。このようにすることにより、半導体レーザーチップ10から図中右方に進んでこれらの端面10a、20aで反射した光は互いに弱め合うように干渉することになり、この光に対する反射防止効果がより高いものとなる。

【0066】なお、半導体レーザーチップ10の後方端面10aおよび波長選択素子20の端面20aには選択波長に対するARコートが施されるのが望ましいが、それらの端面10a、20a間の距離を上述のように選択波長の略半整数倍とした上で、それらの端面10a、20aに施すコートの反射率を略等しく設定すれば、特にそれらのコートをARコートとしなくても、選択波長に対する反射防止効果が得られる。

【0067】現実の組立てにおいては、調整のずれや固定時のずれにより、上記端面10a、20a間の距離にバラツキが生じ得る。この距離のバラツキは約 $0.2\mu\text{m}$ 程度であり、 $1\mu\text{m}$ 程度の波長 λ に対しては $\lambda/4$ 程度の量となる。端面10a、20aにそれぞれ反射率0.1%程度のARコートを施すことも技術的には可能であるが、そのようなARコートは高価である。このバラツキと安価なコートとを組み合わせることを想定すると、端面10a、20aにそれぞれ反射率0.1～0.8%のARコートを施し、端面10a、20a間の距離を選択波長の半整数倍でかつ、 $\lambda/4$ 以内の誤差で固定するのが好ましい。そのような条件で組み立てることで、反射防止光学系の反射率を0.5%以下に設定することができる。

【0068】上記の構成により本実施形態でも、実質的に、半導体レーザーチップ10の前方端面10bと波長選択素子20のDBRグレーティング23とで構成される外部共振器のみによってレーザービーム11が発振するようになる。そこでこの場合も、第1実施形態におけるのと同様の効果が得られる。

【0069】そして、このようにレーザービーム11を第2高調波15に変換して出力する場合は、第2高調波出力が基本波出力の2乗に比例するという事情があるため、半導体レーザーチップ10の発振波長変化に起因するモードホップによって第2高調波出力が特に大きく変動したり、駆動電流対第2高調波出力特性の再現性が著しく不良となりやすいが、本実施形態ではこの発振波長の変化やモードホップを抑制できるから、第2高調波15の出力変動等を防止できる効果が特に高いものとなる。

【0070】図7と図8はそれぞれ、半導体レーザー自身と外部共振器とによって複合共振器が構成されて光波長変換素子を備えた従来のレーザー光源と、本実施形態

のレーザー光源における、半導体レーザー駆動電流値の変化と第2高調波出力との関係を概略的に示すものである。図7の従来装置の場合は、半導体レーザー駆動電流値の変化に伴うモードホップに起因して大きなノイズが生じているが、図8の本実施形態の場合はそのようなノイズの発生が防止されている。

【0071】また本実施形態では、光波長変換素子30の光出射側の端面30bが、その光導波路33の延びる方向に対して斜めにカットされている。そうであれば、この再入射した光が半導体レーザーチップ10にいわゆる戻り光となって入射することがなくなるので、この戻り光によるノイズの発生や出力変動の問題を防止することができる。

【0072】次に、図9を参照して本発明の第3の実施形態について説明する。この第3の実施形態のレーザー光源は、図6に示した第2実施形態のものと比べると、基本的に、波長選択素子20が半導体レーザーチップ10の後方端面10a側ではなく、その前方端面10bと光波長変換素子30との間に配設されている点異なるものである。この波長選択素子20は、半導体レーザーチップ10と光波長変換素子30に対してそれぞれ直接結合されている。

【0073】この実施形態においては、第1実施形態や第2実施形態におけるのと異なり、半導体レーザーチップ10から前方側（つまり使用光としての第2高調波15が出射する側）に出射した光の一部が、波長選択素子20のDBRグレーティング23により反射回折して半導体レーザーチップ10に戻る。そしてDBRグレーティング23の波長選択作用により、反射回折する光の波長が選択される。このように波長選択された光が半導体レーザーチップ10に戻ることに伴い、該半導体レーザーチップ10の発振波長が選択、ロックされる。

【0074】また本実施形態では、半導体レーザーチップ10の端面10bおよび波長選択素子20の端面20bに、発振波長に対するARコートが施されている。そこでこの場合は実質的に、半導体レーザーチップ10の両端面10a、10b間でファブリペローモードが立つことも、また半導体レーザーチップ10の端面10aと波長選択素子20の端面20bとの間でファブリペローモードが立つこともなくなる。つまり本装置においては、DBRグレーティング23と半導体レーザーチップ10の端面10aとの間でファブリペロー型の外部共振器が構成され、実質的にこの共振器のみによってレーザービーム11が発振し、その発振波長はこの共振器による選択波長となる。

【0075】そこでこのレーザー光源においては、半導体レーザーチップ10の駆動電流が変化してその光学長が変化しても、それによって発振波長が変動することがない。したがって、この駆動電流変化によってモードホップが生じることがなくなり、このモードホップによるノイズの発生が防止される。

【0076】そして、この場合も第2実施形態におけるのと同様に、半導体レーザーチップ10の発振波長の変化や、それに起因するモードホップによって第2高調波出力が特に大きく変動したり、駆動電流対第2高調波出力特性の再現性が著しく不良となりやすいが、本実施形態ではこの発振波長の変化やモードホップを抑制できるから、第2高調波15の出力変動等を確実に防止できる。

【0077】次に、図10を参照して本発明の第4の実施形態について説明する。この第4の実施形態のレーザー光源は、図9に示した第3実施形態のものと比べると、波長選択素子20の端面20aがその光導波路22の延びる方向に対して斜めにカットされ、また光波長変換素子30の両端面30a、30bもその光導波路33の延びる方向に対して斜めにカットされている点異なるものである。

【0078】以上のように各端面20a、端面30aおよび30bを斜めにカットすることにより、この場合も、それらの端面20a、端面30aおよび30bで反射した光が半導体レーザーチップ10にいわゆる戻り光となって入射することがなくなるので、この戻り光によるノイズの発生や出力変動の問題を防止することができる。

【0079】次に、図18を参照して本発明の第5実施形態について説明する。この第5の実施形態のレーザー光源は、先に説明したものとそれぞれ基本的に同様の構成を有する半導体レーザー10、波長選択素子20および光波長変換素子30から構成されており、この場合は半導体レーザー10と波長選択素子20の間に光波長変換素子30が位置する状態で、それら3者が互いに直接結合されている。

【0080】そしてこの実施形態においては、半導体レーザー10が発するレーザービーム11の波長に対して、該半導体レーザー10の光波長変換素子30側の端面およびそれと反対側の端面にはそれぞれARコート、HR（高反射）コートが、光波長変換素子30の両端面にはともにARコートが、そして波長選択素子20の光波長変換素子30側の端面およびそれと反対側の端面にはともにARコートが施されている。

【0081】このような構成においても、波長選択素子20に入射した基本波としてのレーザービーム11の一部がそこで波長選択されつつ反射回折して半導体レーザー10に戻り、それにより半導体レーザー10の発振波長が選択、ロックされるので、安定した出力の第2高調波15を得ることができる。つまり本装置では、半導体レーザー10の波長選択素子20と反対側の端面と該波長選択素子20とによって、波長選択素子20で選択された波長の光を共振させる外部共振器が構成されており、該共振器により発振したレーザービーム11が光波長変換素子30によって第2高調波15に変換される。

【0082】このような構成では特に、波長選択素子20の選択波長に対する反射回折の効率を高くするのが好ましい。そうした場合は、半導体レーザー10と波長選択素

子20とで構成される外部共振器の内部パワーを大きくできるので、より大きな第2高調波出力を得ることができる。

【0083】次に図19を参照して、本発明の第6の実施形態によるレーザー光源について説明する。この第6の実施形態のレーザー光源は、図18に示した第5実施形態のものと比べると半導体レーザー10、波長選択素子20および光波長変換素子30の配置関係が異なるものであり、この場合は、半導体レーザー10と光波長変換素子30との間に波長選択素子20が位置する状態で、それら3者が互いに直接結合されている。

【0084】またこの場合、半導体レーザー10、波長選択素子20および光波長変換素子30のそれぞれの両端面のコートも、図18のレーザー光源におけるものと同様とされている。したがってこの第6の実施形態のレーザー光源においても、半導体レーザー10の波長選択素子20と反対側の端面と該波長選択素子20とによって、波長選択素子20で選択された波長の光を共振させる外部共振器が構成され、基本的に、図18に示した第5実施形態のレーザー光源と同様の効果が得られる。

【0085】次に、本発明のレーザー光源の使用形態について説明する。図11は、一例として図1に示したレーザー光源の使用形態を示すものである。図示の通りこのレーザー光源の半導体レーザーチップ10および波長選択素子20は、それぞれ銅等の熱伝導性の高い金属からなるブロック41、42に保持されている。そして金属ブロック42は金属ブロック41に固定され、この金属ブロック41がペルチェ素子50の上面（温度制御面）上に固定されている。

【0086】また、半導体レーザーチップ10から発散光状態で出射したレーザービーム11を平行光化するコリメーターレンズ45と、平行光化されたレーザービーム11の一部を分岐させるビームスプリッタ46と、分岐されたレーザービーム11の強度を検出するフォトダイオード等からなる光検出器51とが設けられている。

【0087】以上説明した各要素は、パッケージベース60およびそれに被着されたパッケージカバー61からなるパッケージ内に収納されている。ビームスプリッタ46を透過したレーザービーム11は、パッケージカバー61に設けられた窓ガラス62を透過してパッケージ外に出射し、所定の用途に用いられる。

【0088】また、DBRグレーティング23と半導体レーザーチップ10の端面10bとで構成される外部共振器の近傍の温度を検出するサーミスタ52が設けられ、このサーミスタ52の温度検出信号S1は温度制御回路53に入力される。温度制御回路53はこの温度検出信号S1に対応したペルチェ素子駆動制御信号S2をペルチェ素子50に入力して、該ペルチェ素子50の駆動を制御する。それにより、上記外部共振器の近傍の温度が一定に保たれ、温度変化に起因する発振波長の変動が確実に防止される。

【0089】また上記光検出器51が出力する光強度検出信号S3は、半導体レーザー駆動制御回路54にフィードバック（帰還）される。半導体レーザー駆動制御回路54はこの光強度検出信号S3に基づいて、半導体レーザーチップ10に供給する駆動電流S4の値を変化させ、それによりレーザービーム11の光出力を所定の値に制御する。

【0090】次に、本発明のレーザー光源の別の使用形態について説明する。図12は、図6に示したレーザー光源の使用形態を示すものである。図示の通りこのレーザー光源の半導体レーザーチップ10および波長選択素子20は、それぞれ銅等の熱伝導性の高い金属からなるブロック41、42に保持されている。また光波長変換素子30も、銅等の熱伝導性の高い金属からなるブロック43に保持されている。そして金属ブロック41、42は金属ブロック43に固定され、この金属ブロック43がペルチェ素子50の上面（温度制御面）上に固定されている。

【0091】また光波長変換素子30の端面30bからは、この光波長変換素子30に基本波として入力されたレーザービーム11と第2高調波15とが出射するが、レーザービーム11は、コリメーターレンズ45とビームスプリッタ46との間に配された基本波カットフィルタ47によってカットされる。したがってこの場合は、ビームスプリッタ46により一部分岐された第2高調波15の光強度が光検出器51によって検出され、半導体レーザー駆動制御回路54により、第2高調波15の光強度が所定の値となるように半導体レーザーチップ10の駆動が制御される。

【0092】次に、本発明による画像形成装置の実施形態について説明する。図13は、本発明による画像形成装置の一つの実施形態を示すものである。この画像形成装置は記録媒体80にカラー画像を形成するものであって、図示されるように3個のレーザー光源71、72および73と、これらのレーザー光源71、72および73から発せられた記録用レーザービーム81、82および83をそれぞれ図示の面内のみで収束させるシリンドリカルレンズ74、75および76と、これらのシリンドリカルレンズ74、75および76によるレーザービーム81、82および83の共通の収束位置にミラー面が位置するように配設されて、これらのレーザービーム81、82および83を反射偏向させる回転多面鏡（ポリゴンミラー）77と、上記シリンドリカルレンズ74、75および76とともに面倒れ補正光学系を構成するシリンドリカルレンズ78と、偏向したレーザービーム81、82および83を記録媒体80の上において偏向位置によらず一定のスポット径に収束させるf θ レンズ79とを有している。

【0093】上記レーザー光源71、72および73としては、基本的に図11に示したような構成を有して、それぞれの発振波長 λ_1 、 λ_2 および λ_3 が互いに異なるものが用いられる。

【0094】また、画像データ供給源93から出力される

カラー画像を担持する画像データのうち、青色濃度を示す画像データDBを受けてそれに基づいた変調信号MBを出力する変調回路84と、この変調信号MBに基づいてレーザー光源71に供給する駆動電流を制御する半導体レーザー駆動回路85と、レーザー光源71の共振器部分の温度を所定の目標温度に設定する温度調節回路86とが設けられている。

【0095】なお半導体レーザー駆動回路85としては、変調信号MBに基づいてレーザー光源71に供給する駆動電流の値を制御するものや、あるいは変調信号MBに基づいてレーザー光源71に供給するパルス駆動電流のパルス幅を制御するものや、さらには、変調信号MBに基づいてレーザー光源71に供給するパルス駆動電流のパルス数を制御するもの等を適用することができる。

【0096】上述のように半導体レーザー駆動回路85が、変調信号MBに基づいてレーザー光源71に供給する駆動電流の値を制御するものとされた場合は、記録用レーザービーム81が画像データDBに基づいて強度変調される。

【0097】そのようにする場合は、例えば先の図11に示した光検出器51および半導体レーザー駆動制御回路54等を用いて、光検出器51が検出する光強度が所定値となるように半導体レーザー駆動電流にフィードバックをかけてもよいし、あるいは、予め駆動電流値とレーザービーム81の強度との対応関係を計測しておき、その関係に従って駆動電流を制御するようにしてもよい。後者の場合も、上記光検出器51等のモニタ手段を設けておけば、画像形成装置の休止期間の適当な時期に上記の対応関係を計測して、各光強度に対する駆動電流の値を適切に設定することができる。

【0098】一方半導体レーザー駆動回路85が、変調信号MBに基づいてレーザー光源71に供給するパルス駆動電流のパルス幅を制御するものとされた場合は、記録用レーザービーム81が画像データDBに基づいてパルス幅変調される。そのようにする場合は、予め駆動電流値とレーザービーム81の強度との対応関係を計測しておき、その関係を前提として記録用レーザービーム81のパルス幅を変調信号MB毎に設定すればよい。このときも、上記光検出器51等のモニタ手段を設けておけば、画像形成装置の休止期間の適当な時期に上記の対応関係を計測することができる。

【0099】また温度調節回路86は、例えば図11に示したサーミスタ52および温度制御回路53等から構成して、それらによって、レーザー光源71の共振器部分の温度を制御するペルチェ素子(図示せず)等の駆動を制御すればよい。

【0100】一方、画像データ供給源93から出力されるカラー画像を担持する画像データのうち、緑色濃度を示す画像データDGを受けてそれに基づいた変調信号MGを出力する変調回路87と、この変調信号MGに基づいて

レーザー光源72に供給する駆動電流を制御する半導体レーザー駆動回路88と、レーザー光源72の共振器部分の温度を所定の目標温度に設定する温度調節回路89とが設けられている。これらの変調回路87、半導体レーザー駆動回路88および温度調節回路89は、基本的に前記変調回路84、半導体レーザー駆動回路85および温度調節回路86と同様に形成すればよい。

【0101】また画像データ供給源93から出力されるカラー画像を担持する画像データのうち、赤色濃度を示す画像データDRを受けてそれに基づいた変調信号MRを出力する変調回路90と、この変調信号MRに基づいてレーザー光源73に供給する駆動電流を制御する半導体レーザー駆動回路91と、レーザー光源73の共振器部分の温度を所定の目標温度に設定する温度調節回路92とが設けられている。これらの変調回路90、半導体レーザー駆動回路91および温度調節回路92も、基本的に前記変調回路84、半導体レーザー駆動回路85および温度調節回路86と同様に形成すればよい。

【0102】以下、上記構成の画像形成装置の作用について説明する。レーザー光源71、72および73から発せられる互いに波長が異なるレーザービーム81、82および83は回転多面鏡77によって反射偏向され、記録媒体80の上を図中のX方向に走査(主走査)する。それとともに記録媒体80は図示外の副走査手段により、上記主走査方向Xと略直交するY方向に一定速度で送られて副走査がなされる。それによりレーザービーム81、82および83が記録媒体80の上を2次元的に走査する。

【0103】ここで記録媒体80としては、波長がそれぞれ λ_1 、 λ_2 および λ_3 であるレーザービーム81、82および83が照射されると各々青色、緑色および赤色に発色する発色層を有するものが用いられている。したがって、それぞれ画像データDB、DGおよびDRに基づいて変調されているレーザービーム81、82および83が記録媒体80の上を2次元的に走査することにより、上記各発色層が各画像データに基づいて発色し、該記録媒体80に画像データDB、DGおよびDRが担持するカラー画像が記録される。なお波長 λ_1 、 λ_2 および λ_3 は各々青色、緑色および赤色領域の波長ではなく、この場合はいわゆる疑似カラー画像が形成される。

【0104】上記のレーザー光源71、72および73は、基本的に図11に示したような構成を有するものであって、半導体レーザーチップに注入される駆動電流が変化してその光学長が変化しても、それによって発振波長が変動することがない。したがって、駆動電流変化によってモードホップが生じることがなくなり、このモードホップによるノイズの発生が防止される。

【0105】本実施形態の画像形成装置は、そのようなレーザー光源71、72および73を階調画像記録用の光源として用いたものであるから、レーザービーム81、82および83を強度変調する場合も、またパルス幅変調、さらに

はパルス数変調する場合も、上記モードホップに起因するノイズの発生を防止して、高画質の階調画像を形成可能となる。そして、レーザー光源71、72および73を変調動作させた際の変調出力の再現性も良好であることから、画像濃度の再現性も良好に保たれるようになる。

【0106】なお記録媒体80として、上記レーザービーム81、82および83が照射された後、適宜の湿式あるいは乾式の現像処理を受けると各々青色、緑色および赤色に発色する層を有するものを用いることも可能である。さらに、本実施形態ではポジ型の記録媒体80を用いているが、ネガ型の記録媒体を用い、そこに形成されたネガ像を用いて別の記録媒体にポジ像を形成するようにしてもよい。

【0107】次に、本発明による画像形成装置の別の実施形態について説明する。図14は、本発明による画像形成装置の別の実施形態を示すものである。この画像形成装置も記録媒体80'にカラー画像を形成するものであるが、この場合記録媒体80'としては、それぞれ青色、緑色および赤色の波長領域にあるレーザービーム111、112および113が照射されると各々イエロー、マゼンタおよびシアンに発色する発色層を有するものが用いられている。

【0108】そこでレーザー光源101としては、例えば図12に示した基本構成を有し、基本波としてのレーザービームを光波長変換素子により青色領域のレーザービーム（第2高調波）111に変換して出力するものが適用されている。また同様にレーザー光源102も、例えば図12に示した基本構成を有し、基本波としてのレーザービームを光波長変換素子により緑色領域のレーザービーム（第2高調波）112に変換して出力するものが適用されている。

【0109】他方レーザー光源103としては、例えば図11に示した基本構成を有して、赤色領域のレーザービーム113を出力するものが適用されている。

【0110】本実施形態の画像形成装置においては、図13に示した画像形成装置におけるのと同様にしてレーザービーム111、112および113の変調、並びに該レーザービーム111、112および113による記録媒体80'の2次元走査がなされ、この記録媒体80'にカラー画像が形成される。

【0111】そして、この実施形態で用いられているレーザー光源101、102および103も、半導体レーザーチップに注入される駆動電流が変化してその光学長が変化しても、それによって発振波長が変動することがないものである。したがって、駆動電流変化によってモードホップが生じることがなくなり、このモードホップによるノイズの発生が防止される。

【0112】そこで、レーザービーム111、112および113を強度変調する場合も、またパルス幅変調、さらにはパルス数変調する場合も、上記モードホップに起因する

ノイズの発生を防止して、高画質の階調画像を形成可能となる。そして、レーザー光源101、102および103を変調動作させた際の変調出力の再現性も良好であることから、画像濃度の再現性も良好に保たれる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態によるレーザー光源を示す概略側面図

【図2】従来のレーザー光源における駆動電流値と発振波長との関係を概略的に示すグラフ

【図3】上記第1実施形態のレーザー光源における駆動電流値と発振波長との関係を概略的に示すグラフ

【図4】従来のレーザー光源における駆動電流値と半導体レーザー出力との関係を概略的に示すグラフ

【図5】上記第1実施形態のレーザー光源における駆動電流値と半導体レーザー出力との関係を概略的に示すグラフ

【図6】本発明の第2実施形態によるレーザー光源を示す概略側面図

【図7】従来のレーザー光源における駆動電流値と第2高調波出力との関係を概略的に示すグラフ

【図8】上記第2実施形態のレーザー光源における駆動電流値と第2高調波出力との関係を概略的に示すグラフ

【図9】本発明の第3実施形態によるレーザー光源を示す概略側面図

【図10】本発明の第4実施形態によるレーザー光源を示す概略側面図

【図11】本発明のレーザー光源の使用形態の一例を示す一部破断側面図

【図12】本発明のレーザー光源の別の使用形態を示す一部破断側面図

【図13】本発明の画像形成装置の一つの実施形態を示す概略図

【図14】本発明の画像形成装置の別の実施形態を示す概略図

【図15】従来のレーザー光源における強度変調時のノイズ発生状況を示すグラフ

【図16】従来のレーザー光源におけるパルス幅変調時のノイズ発生状況を示すグラフ

【図17】半導体発光素子への外部からの帰還光量に対する、そのARコート面からの帰還光量の比と、波長選択素子によって選択された発振モードの第2モードまたはバックグラウンドレベルに対する光量比との関係を示すグラフ

【図18】本発明の第5実施形態によるレーザー光源を示す概略平面図

【図19】本発明の第6実施形態によるレーザー光源を示す概略平面図

【符号の説明】

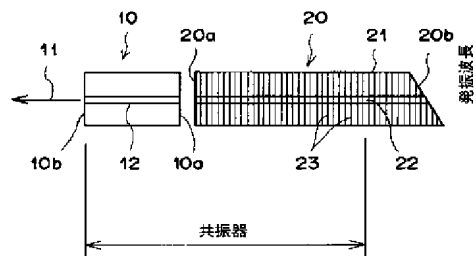
10 半導体レーザーチップ

10a、10b 半導体レーザーチップの端面

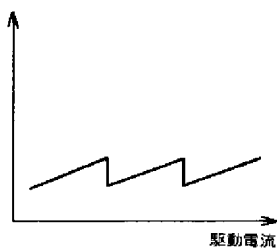
- 11 レーザービーム
 12 半導体レーザーチップの光導波路
 15 第2高調波
 20 波長選択素子
 20a、20b 波長選択素子の端面
 21 MgO-LN基板
 22 波長選択素子の光導波路
 23 DBRグレーティング
 30 光波長変換素子
 30a、30b 光波長変換素子の端面
 31 MgO-LN基板
 32 ドメイン反転部
 33 光波長変換素子の光導波路
 41、42、43 金属ブロック
 45 コリメーターレンズ
 46 ビームスプリッタ
 47 基本波カットフィルタ
 50 ペルチェ素子

- 51 光検出器
 52 サーミスタ
 53 温度制御回路
 54 半導体レーザー駆動制御回路
 60 パッケージベース
 61 パッケージカバー
 62 窓ガラス
 71、72、73 レーザー光源
 74、75、76、78 シリンドリカルレンズ
 77 回転多面鏡
 79 $f\theta$ レンズ
 80、80' 記録媒体
 81、82、83 レーザービーム
 84、87、90 変調回路
 85、88、91 半導体レーザー駆動回路
 86、89、92 温度調節回路
 101、102、103 レーザー光源
 111、112、113 レーザービーム

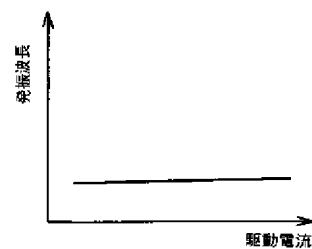
【図1】



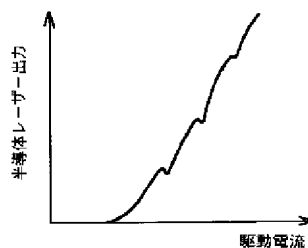
【図2】



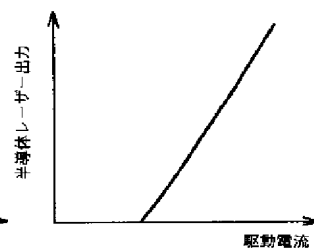
【図3】



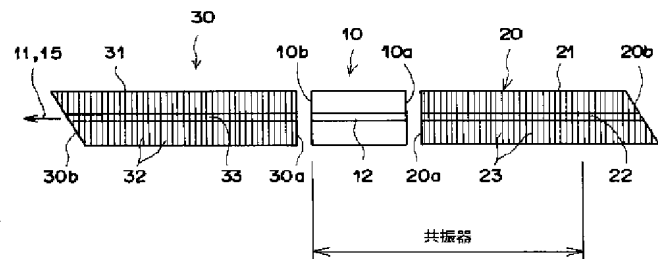
【図4】



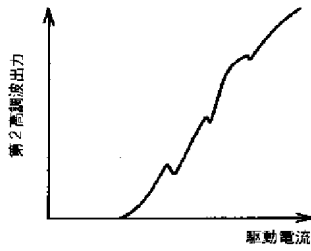
【図5】



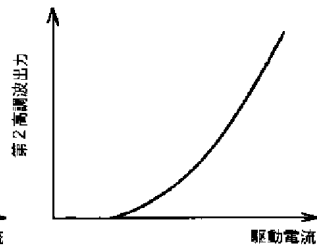
【図6】



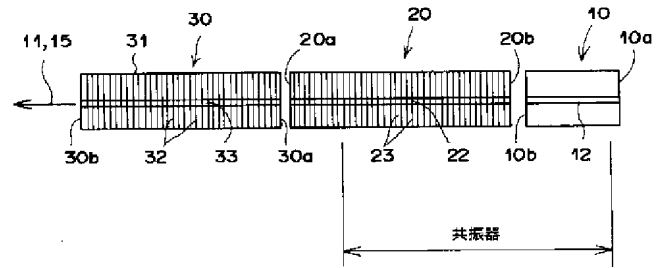
【図7】



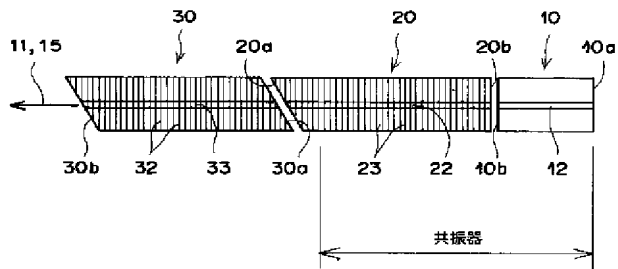
【図8】



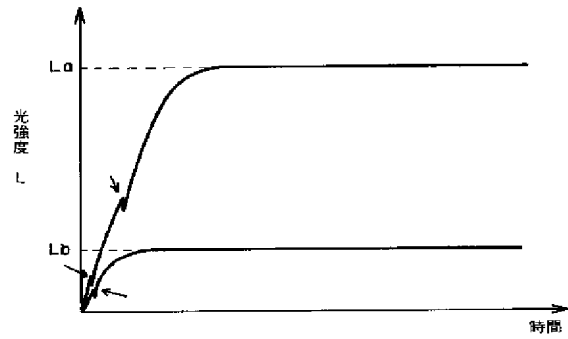
【図9】



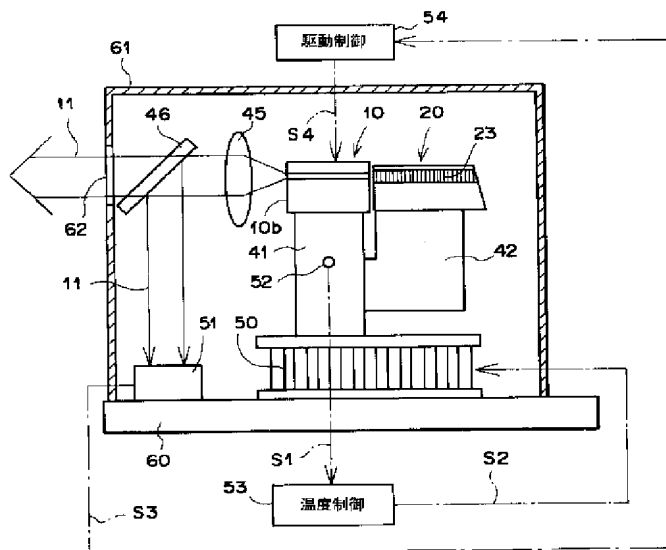
【図10】



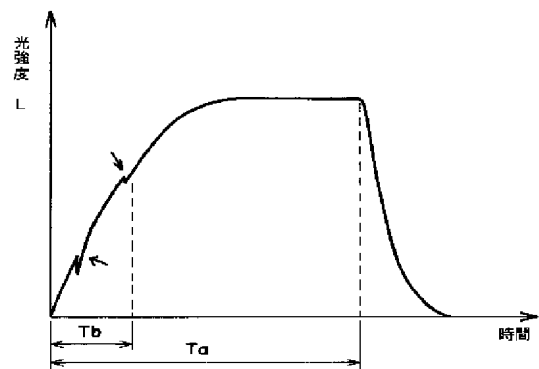
【図15】



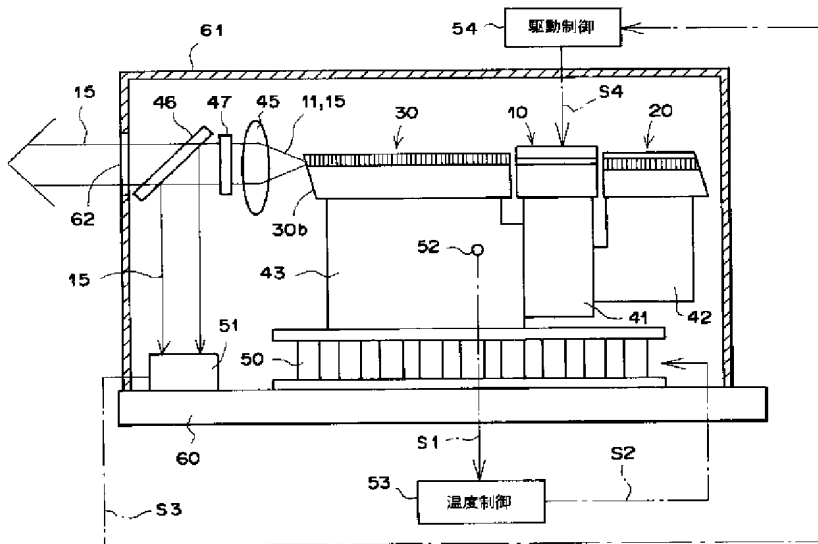
【図11】



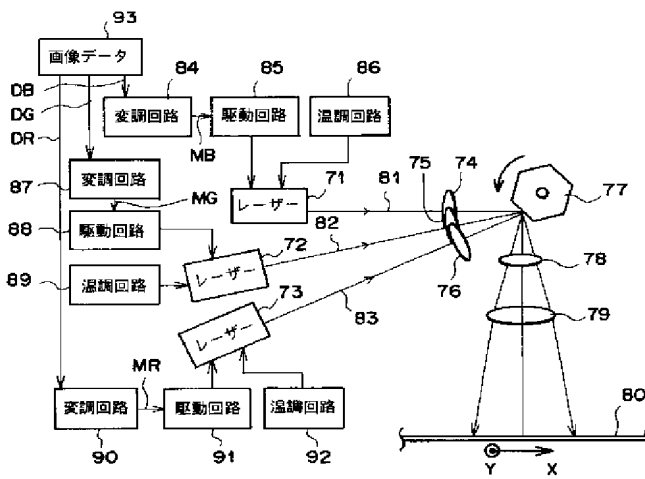
【図16】



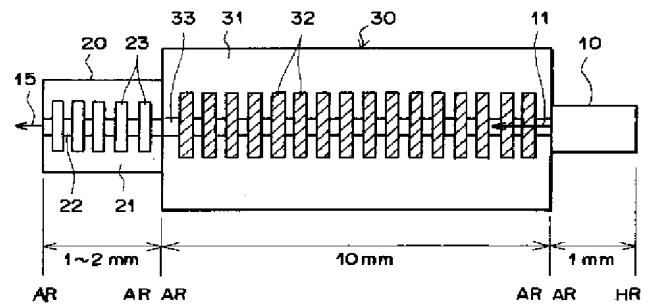
【図12】



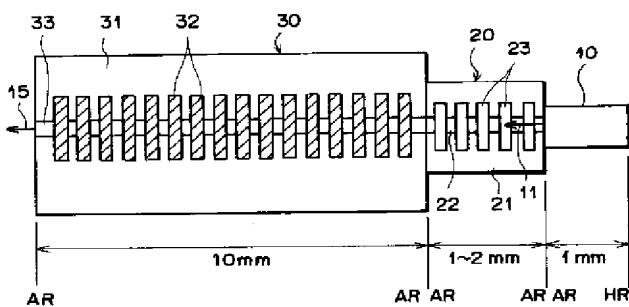
【図13】



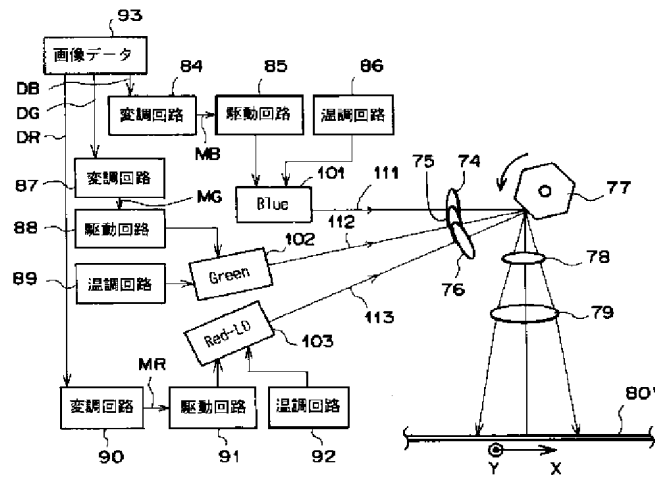
【図18】



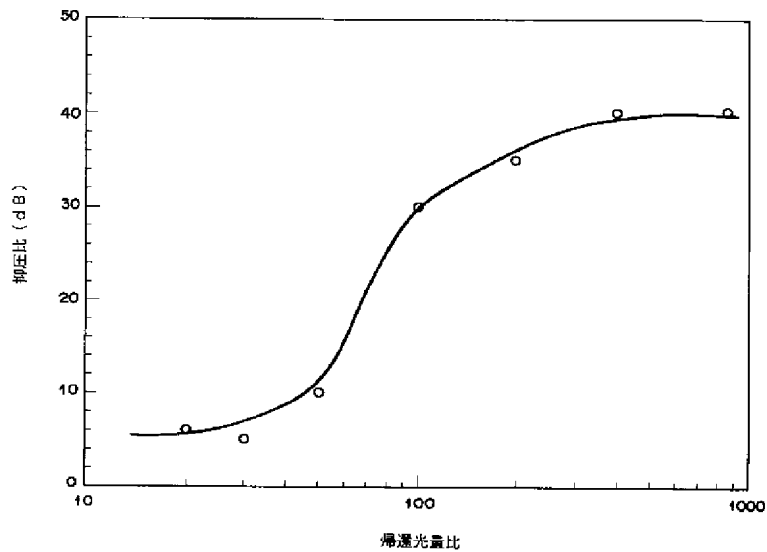
【図19】



【図14】



【図17】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2000-326383(P2000-326383)
(32)優先日 平成12年10月26日(2000. 10. 26)
(33)優先権主張国 日本(JP)

Fターム(参考) 2C362 AA03 AA43 AA59 AA61 AA75
DA29
2K002 AA06 AB12 CA03 DA06 GA04
HA20
5C072 AA03 CA06 DA04 DA21 DA23
HA02 XA05
5F073 AA83 AB23 AB27 AB29 BA07
CA07 EA03 EA15 EA27 FA25
GA02 GA12